

Использование двух (трех) видов ВИЭ обусловлено следующим:

– выход свалочно-го биогаза непостоянен на всем протяжении процесса эксплуатации полигона ТБО, а после завершения срока эксплуатации полигона (примерно 20–25 лет) количество биогаза постепенно уменьшается;

– существует возможность использовать полигон после завершения срока эксплуатации под ветропарк или покрыть все тело полигона солнечными модулями (солнечная электростанция) для получения дополнительно энергии для объектов народнохозяйственного значения (близлежащие объекты сельского хозяйства, теплицы и другие производственные объекты).

Применение возобновляемых источников энергии в Челябинской области частично решит проблему энергозависимости от других регионов и позволит уменьшить экологическую нагрузку на окружающую природную среду.

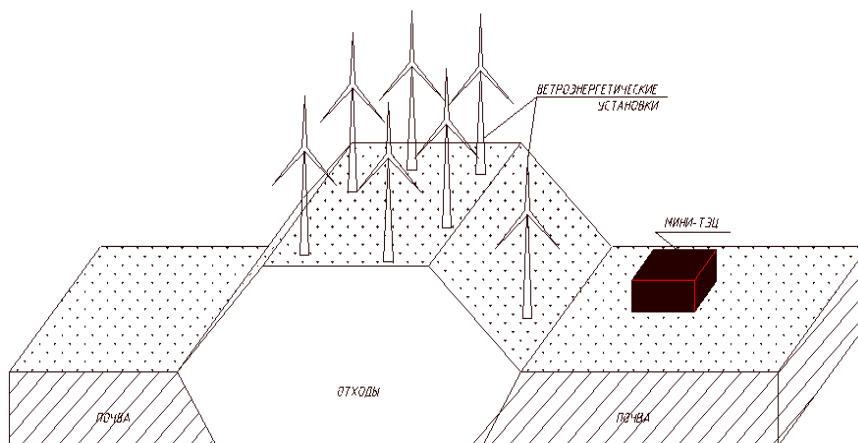


Рис. 3. Система сбора и утилизации свалочного биогаза с получением энергии после закрытия полигона ТБО и установленные на теле полигона ТБО ветроэнергетические установки

Список литературы

1. Бодрова Е. С. Использование свалочного биогаза в качестве топлива для автономного энергоснабжения // Возобновляемая энергетика: Пути повышения энергетической и экономической эффективности : материалы Первого Международного форума REENFOR-2013, 22–23 октября 2013 г. / под ред. д.-ра техн. наук О. С. Попеля. М. : ОИВТ РАН, 2013. С. 96–98.
2. Технологический регламент получения биогаза с полигонов ТБО. [Электронный ресурс]. URL: http://www.biointernational.ru/sites/default/files/tekhnologicheskii_reglament_polucheniya_biogaza_s_poligonov_tverdykh_bytovy.pdf (дата обращения: 08.11.2014).

УДК 662.767.2

Васенев В. В., Панчева Л. Ю., Телюбаев Ж. Б., Ильин Ю. П.
Челябинская государственная агроинженерная академия,
pvt.csaa@mail.ru

ОЦЕНКА ВЫХОДА БИОГАЗА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ БРОЖЕНИЯ НАВОЗА КРС В БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКЕ

Целью работы являлось установление взаимосвязей между длительным режимом анаэробного сбраживания навоза КРС при одноразовой загрузке и непрерывным циклическим режимом брожения в реакторах горизонтального типа биогазовых установок.

Выход биогаза из единицы объема субстрата зависит от перерабатываемого субстрата, от рабочих параметров установки (температуры в реакторе, времени брожения, загрузки, состава, установки, конструктивного исполнения метантенка) [1].

Задачей исследования было определение удельного выхода газа (м^3) на 1 т сухого органического вещества (max и min для навоза КРС) при трех режимах сбраживания и переработки (мезофильного [37 °С, 15 суток], термотолерантного [42 °С, 11 суток], термофильного [55 °С, 8 суток]) в диапазоне от начала выделения биогаза до устойчивого режима (табл. 1, рис.) [2].

Таблица 1

Выход биогаза из бака БГУ для различных режимов брожения

Сутки	Выход газа из бака БГУ (48 л), л/кг сухого органического вещества (СОВ)							
	Мезофильный режим		Термотолерантный режим			Термофильный режим		
	СОВ, кг	Выход биогаза, л	СОВ, кг	Выход биогаза, л (max)	Выход биогаза, л (min)	СОВ, кг	Выход биогаза, л (max)	Выход биогаза, л (min)
1	0,24	2,4	0,327	4,6	4,3	0,45	8,1	7,2
2	0,24	3,6	0,327	6,9	6,4	0,45	12,15	10,8
3	0,24	4,8	0,327	9,2	8,5	0,45	16,2	14,4
4	0,24	6,0	0,327	11,5	10,6	0,45	20,25	18,0
5	0,24	7,2	0,327	13,7	12,8	0,45	24,3	21,6
6	0,24	8,4	0,327	16,0	14,9	0,45	28,35	25,2
7	0,24	9,6	0,327	18,3	17,0	0,45	32,4	28,8
8	0,24	10,8	0,327	20,6	19,1	0,45	36,45	32,4
9	0,24	12,0	0,327	22,9	21,3			
10	0,24	13,2	0,327	25,2	23,4			
11	0,24	14,4	0,327	27,5	25,5			
12	0,24	15,6						
13	0,24	16,8						
14	0,24	19,2						
15	0,24	21,6						

Количество доз добавляемого субстрата составит:

- 1) сырье после пускового режима, начавшее давать газ 15 (11, 8) доз / 1 сутки брожения;
- 2) 1 доза добавляемой свежей массы (1 сутки брожения) +14 (10, 7) доз / 2-суточного брожения и так далее до стабилизации процесса загрузки и выгрузки на 15-е (11-е и 8-е) сутки (табл. 2).

Для обработки полученных данных были использованы следующие математические методы: аппроксимация, интерполяция полиномом Лагранжа, кубическая сплайн-интерполяция зависимости выхода биогаза от длительности брожения при загрузке навозного сырья крупного рогатого скота (КРС). Расчеты проводились в ПК MathCAD. Указанные методы позволяют проводить вычисления для различных точек зависимости при непрерывном процессе сбраживания сырья животного происхождения.

Таблица 2

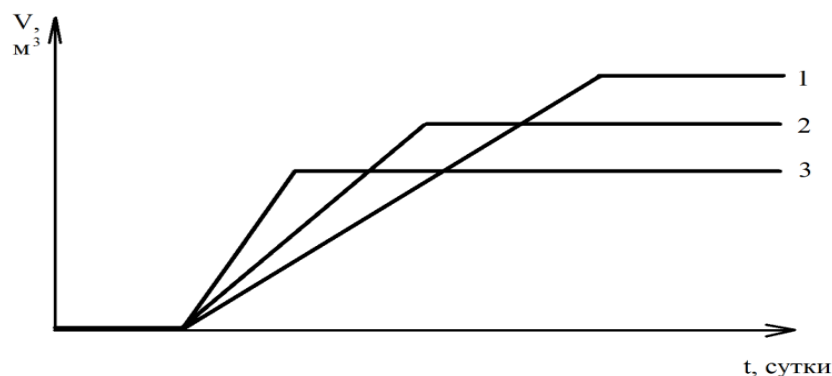
Максимальный и минимальный выход биогаза навоза КРС (max; min)
при 15, 11, 8 суточных ВОБ (время обращения биореактора), в пересчете на 1 т СОВ

Сутки	Выход газа, м ³ /т СОВ				
	Мезофильный режим	Термотолерантный режим		Термофильный режим	
		max	min	max	min
1	10	14	13	18	16
2	15	21	19,5	27	24
3	20	28	26	36	32
4	25	35	32,5	45	40
5	30	42	39	54	48
6	35	49	45,5	63	56
7	40	56	52	72	64
8	45	63	58,5	81	72
9	50	70	65		
10	55	77	71,5		
11	60	84	78		
12	65				
13	70				
14	80				
15	90				

Микробиологическое образование метана из различного рода органических материалов является широко распространенным, устойчиво протекающим в анаэробных условиях [3]. Первый этап – превращение жиров, углеводов и белков в простые органические кислоты при помощи кислотоформирующих бактерий. Второй этап – перевод кислот в метан и углекислоту за счет метаноформирующих бактерий. Предполагаемая модель позволяет описывать динамику метаногенерирующего консорциума достаточно адекватно и предсказывать поведение системы при различных начальных условиях, различных режимах и периодах времени [3].

Исходные данные (бак БГУ объемом 48 л) были получены коллективом исследователей в составе: Ю. П. Ильин, А. В. Белов, И. Б. Царев, Н. Ю. Кузьмина, Н. В. Рудных и членами студенческого научного общества (СНО) кафедры электроснабжения сельского хозяйства.

Количественная картина метаногенеза (см. рис.) реконструировалась на основе исследования динамики образования и расходования исходных, промежуточных соединений и конечных продуктов процесса с использованием биокинетического подхода [4].



Зависимость выхода биогаза от длительности процесса:
1 – процесс выхода биогаза для мезофильного режима;
2 – процесс выхода биогаза для термотолерантного режима;
3 – процесс выхода биогаза для термофильного режима

Выводы. Данные исследования являются необходимым дополнением к результатам ранее выполненных разработок и содержат материал для рационального использования БГУ горизонтального типа.

Список литературы

1. Ильин Ю. П., Кузьмина Н. Ю., Рудных Н. В. Энергетические возможности использования биогазовых установок в Челябинской области // Достижения науки – агропромышленному производству : материалы LI междунар. науч.-техн. конф. / под ред. д-ра техн. наук, проф. Н. С. Сергеева. Ч. V. Челябинск : ЧГАА, 2012. С. 72–81.
2. Дубровский В. С., Виестур У. Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. Рига : Зинатне, 1988. 204 с.
3. Варфоломеев С. Д., Гуревич К. Г. Биокинетика : практ. курс. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 1999. 720 с.
4. Оценка выхода биогаза при мезофильной переработке сенажа топинамбура в биогазовом кластере / Ю. П. Ильин [и др.] // Вестник ЧГАА. 2014. Т. 68. С. 39–50.

УДК 536.242

Власова В. А., Самышина О. В., Колибаба О. Б.
Ивановский государственный энергетический университет,
tevp@tvp.ispu.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНЕШНЕГО ТЕПЛООБМЕНА В ПРОЦЕССЕ СУШКИ СЛОЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Любой эксперимент по теплообмену должен отвечать следующим основным требованиям: возможности получения на опытной установке результатов, адекватных практическим целям; простоте и меньшей продолжительности и затратности опыта; минимальной погрешности измерительной схемы и наличию точной оценки этой погрешности; простоте и точности математической обработки получаемых результатов.

Наиболее точные результаты при изучении теплообмена дают методы физического моделирования. Экспериментальное определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи неоднородных по фракционному составу крупнодисперсных материалов методом физического моделирования вызывает ряд затруднений. Это обусловлено необходимостью соблюдения значительного количества требований, определяющих размеры исследовательской установки и характер проведения опыта.

Коэффициент теплоотдачи может быть отнесен не к единице поверхности, а к единице объема и определен из выражения критерия Нуссельта:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d_s^2}{\lambda}, \quad (1)$$

где α – коэффициент теплоотдачи; λ – коэффициент теплопроводности газа; d_s – эквивалентный диаметр куска слоя ТБО.